

Осипенко Алексей Евгеньевич

**Рост и развитие искусственных и естественных сосновых
древостоев в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и
ленточных боров**

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Екатеринбург, 2020

Работа выполнена в
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Научный
руководитель: Залесов Сергей Вениаминович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Официальные
оппоненты: Мерзленко Михаил Дмитриевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБУН «Институт лесоведения Российской академии наук», лаборатория лесоводства и биологической продуктивности, главный научный сотрудник;

Данчева Анастасия Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», кафедра лесоустройства и экологии, профессор.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва».

Защита состоится «26» марта 2020 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru).

Автореферат разослан «_31_» января 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент

Магасумова
Альфия Гаптрауфовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Теория и практика искусственного лесовосстановления в условиях ленточных боров Алтайского края стали активно развиваться в 30-е годы прошлого века, после того, как ленточные боры получили статус защитных лесов. Однако, только сейчас, спустя много лет мы можем в полной мере оценить результаты труда лесоводов Алтая, занимавшихся лесовосстановлением. А сделать это нужно, так как для повышения эффективности лесовосстановления необходимо понимание закономерностей роста и развития искусственных и естественных сосновых насаждений.

В связи с жёсткими климатическими условиями и важностью ленточных боров для экологической обстановки Алтайского края, искусственное лесовосстановление в регионе является неотъемлемой частью лесохозяйственной деятельности. На сегодняшний день около 12,7% площади ленточных боров Алтайского края приходится на искусственные насаждения и лесные культуры сосны обыкновенной. При этом 78% из них сосредоточено на юго-западе края в зоне сухой степи (Ключевское, Озеро-Кузнецовское, Ракитовское, Степно-Михайловское лесничества). За период с 2019 по 2029 год в ленточных борах планируется создать ещё 11,6 тыс. га лесных культур сосны. Большая часть этих лесных культур (93,6%) будет создана в Ключевском, Озеро-Кузнецовском и Ракитовском лесничествах. Все это свидетельствует о важности сравнительного анализа роста и развития искусственных и естественных сосновых насаждений, особенно для юго-запада региона.

В соответствии с Приказом Минприроды России от 19.02.2019 № 105 «О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации», с 01.09.2019 ленточные боры Алтайского края относятся к отдельному лесному району. Такое решение было принято в связи с тем, что правила ведения хозяйственной деятельности в ленточных борах не в полной мере отвечают их особенностям и состоянию. В связи с этим, на сегодняшний день существует необходимость в региональных нормативно-правовых документах для ленточных боров Алтайского края. Предполагается, что новый порядок регулирования хозяйственной деятельности в ленточных борах позволит обеспечить устойчивое ведение лесного хозяйства.

Степень разработанности темы. Вопросу искусственного лесовосстановления в ленточных борах посвящено довольно много научных работ. Существенный вклад в изучение данной проблемы внесли А.А. Макаренко, В.Е. Смирнов, Л.П. Баранник, В.И. Заблоцкий, Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин, В.А. Саета, А.А.

Маленко, М.В. Ключников, С.А. Кабанова, А.М. Данченко, С.В. Залесов. Автором продолжены исследования в направлении изучения хода роста естественных и искусственных сосновых древостоев. Диссертация является законченным научным исследованием.

Цели и задачи. Цель диссертации – изучение особенностей роста и развития искусственных сосновых древостоев в сравнении с естественными сосняками в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров лесостепной зоны Алтайского края и разработка рекомендаций по повышению эффективности лесовосстановления на основании проведённых исследований.

В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи исследований:

- изучить особенности роста и развития самоизреживающихся искусственных и естественных сосновых древостоев в пределах двух наиболее распространённых в юго-западной части ленточных боров типов леса: сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор;
- разработать таблицы хода роста искусственных и естественных сосновых древостоев по типам леса;
- разработать рекомендации по повышению лесоводственной эффективности искусственного лесовосстановления.

Научная новизна. Впервые для сосновых насаждений типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор установлено, что самоизреживающиеся сосновые древостои искусственного происхождения превосходят естественные по производительности до III – IV классов возраста, а затем наблюдается обратная тенденция. В ходе исследования получены новые сведения об интенсивности самоизреживания искусственных и естественных сосновых древостоев, накоплении в них сухостойных и валёжных деревьев, а также о количестве и качестве подроста под их пологом. Впервые для района исследований составлены регрессионные уравнения, описывающие ход роста самоизреживающихся естественных и искусственных сосновых древостоев, и таблицы хода роста древостоев по типам леса с использованием индикатора начальной густоты $G:H$. Кроме того, в ходе исследований был произведён опыт применения искусственной нейронной сети для аппроксимации таксационных данных, в результате которого была получена математическая модель, позволяющая вычислить средний диаметр самоизреживающегося древостоя определённого возраста и густоты.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследований расширяют современные знания о росте и развитии самоизреживающихся естественных и искусственных сосновых древостоев. Материалы исследований могут применяться при лесоустроительных работах, планировании мероприятий по

повышению продуктивности лесов и составлении нормативно-справочных материалов для таксации лесов Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. Результаты исследований используются в учебном процессе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет» в рамках дисциплины «Лесные культуры» (имеется справка о внедрении).

Методология и методы исследований. В основу исследований положен метод пробных площадей. Временные пробные площади заложены с учётом методических рекомендаций (Бунькова и др., 2011; Данчева, Залесов, 2015 б). В ходе проведения исследований использовались апробированные методики, применяемые в лесоведении, лесоводстве и лесной таксации.

Положения, выносимые на защиту:

- сравнительные особенности роста, развития, строения и продуктивности самоизреживающихся искусственных и естественных сосновых древостоев I-VI классов возраста, произрастающих в условиях типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор;

- региональные таблицы хода роста самоизреживающихся искусственных и естественных сосновых древостоев, построенные на типологической основе с применением комплексного показателя $G:H$;

- рекомендации по повышению эффективности искусственного лесовосстановления в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров.

Степень достоверности материалов. Достоверность результатов исследований подтверждается большим по объёму экспериментальным материалом, комплексным подходом к проведению исследований, применением научно обоснованных апробированных методик, использованием современных методов обработки, анализа и оценки достоверности данных.

Апробация работы. Материалы исследования были представлены на следующих научных конференциях: XX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2013» (Москва, 2013); Международной научно-практической конференции, посвящённой 60-летию создания КазНИИЛХА «Лесная наука Казахстана: достижения, проблемы и перспективы развития» (Щучинск, 2017); IX студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум 2017» (Пенза, 2017); XI Международном научно-практическом конкурсе «Лучшая научно-исследовательская работа 2017» (Пенза, 2017); XI, XII, XIII, XIV, XV Всероссийской научно-технической конференции «Научное творчество молодёжи – лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019); III международной научно-технической конференции «Леса России: политика, промышленность, наука, образование» (Санкт-Петербург, 2018); VI международной научной конференции

«Новейшие исследования в современной науке: опыт, традиции, инновации» (Норт-Чарльстон, 2018).

По материалам диссертации опубликовано 34 работы, в том числе 12 в журналах из списка ВАК; 2 – в журналах, индексируемых в Scopus; 1 – в журнале, индексируемом в Web of Science.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа изложена на 195 страницах, состоит из введения, шести глав, заключения, рекомендаций производству, списка литературы и 4 приложений. Текст проиллюстрирован 56 рисунками и 40 таблицами. В тексте содержится 25 уравнений. Список литературы состоит из 232 источников, в том числе 20 на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Природные условия района исследований

Район исследований находится в зоне жёстких природно-климатических условий: резко континентальный климат; глубокое (до 10 и более метров) залегание грунтовых вод; большое количество света и тепла в вегетационном периоде и недостаточное увлажнение (количество осадков 250-350 мм в год); преобладание южных и юго-западных ветров со средней скоростью 5,1 м/с; частые суховеи с температурой воздуха до 40°C; малая (15-43 см) мощность снежного покрова, приводящая к промерзанию почвы до 2 и более метров.

Рельеф представлен в основном эоловыми аллювиально-аккумулятивными формами, расположенными параллельно общему направлению ленточных боров. Относительная высота песчаных отложений достигает 30-40 метров. Почвообразовательный процесс в районе исследований идёт по подзолистому типу. Преобладающие почвы: дерново-подзолистые.

Сосна обыкновенная занимает 86,2% площади покрытых лесной растительностью земель Ракитовского лесничества. Средний класс бонитета по всем породам составляет III,1. Наиболее распространены в лесничестве среднеполнотные насаждения (0,5-07), занимающие 67,0% покрытой лесной растительностью площади. Самыми распространёнными в условиях лесничества типами леса являются: сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор. На их долю приходится соответственно 58,9 и 23,6% покрытой лесной растительностью площади.

2. Состояние вопроса

В ходе литературного обзора была описана история лесокультурного производства в ленточных борах Алтайского края, перечислены имеющиеся рекомендации по формированию высокопродуктивных древостоев в условиях ленточных боров, выполнен анализ особенностей формирования искусственных и

естественных древостоев и проанализированы современные представления о таблицах хода роста древостоев.

В рамках данной главы установлено, что на сегодняшний день существует большое количество рекомендаций по формированию высокопродуктивных древостоев в условиях ленточных боров, однако многие из них неоднозначны и противоречивы. Кроме того, был сделан вывод о необходимости совершенствования методики и подходов к составлению таблиц хода роста, способных описывать действительный процесс развития древостоев. При этом таблицы хода роста следует составлять не по классам бонитета, а по естественным рядам развития. Основной классификационной единицей следует признать тип леса.

3. Методика и объём выполненных работ

Проведённые исследования основаны на методе пробных площадей, заложенных в соответствии с общеизвестными рекомендациями (Бунькова и др., 2011; Данчева, Залесов, 2015б).

Подбор потенциально пригодных насаждений для закладки пробных площадей производился на основании таксационных описаний, картографического материала и натурного обследования выделов Ракитовского лесничества. Закладка пробных площадей производилась в насаждениях предположительно одного естественного ряда роста и развития. Во время перечёта для деревьев определялся класс роста по Крафту (Мелехов, 1980).

Составление таблиц хода роста (ТХР) осуществлялось согласно методике, описанной в статье З.Я. Нагимова (2016). Регрессионные модели составлялись на основании данных пробных площадей, заложенных в насаждениях одного типа леса и одинакового происхождения.

В качестве объекта изучения выступали искусственные и естественные сосняки, произрастающие в наиболее распространённых в Ракитовском лесничестве типах леса: сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор. Исследуемые сосновые древостои являются чистыми по составу, одноярусными, одновозрастными (искусственные сосняки) и условно одновозрастными (естественные сосняки). Пробные площади закладывались в самоизреживающихся древостоях без признаков хозяйственной деятельности или незначительным её влиянием. Исследованиями охвачены древостои с I по VI класс возраста.

Исследования длились 7 лет, с 2013 по 2019 гг. За этот период было заложено 127 пробных площадей. Натурное обследование было произведено более чем в 700 выделах Ракитовского лесничества. При закладке ПП было замерено 37336 диаметров и 2927 высот деревьев; заложено 2620 учётных площадок для учёта подроста; взято 530 кернов древесины для определения среднего возраста естественных древостоев.

4. Рост и развитие сосняков искусственного и естественного происхождения

В насаждениях исследуемых типов леса искусственные сосновые древостои имеют большие запасы, суммы площадей сечений, средние диаметры и высоты по сравнению с естественными сосняками до III – IV классов возраста. Однако в более старших классах возраста естественные древостои догоняют и даже опережают искусственные по данным показателям.

Древостои искусственных сосняков характеризуются меньшей дифференциацией деревьев по диаметру. Следовательно, в возрасте спелости в искусственных древостоях будет наблюдаться более однородный выход сортиментов, чем в древостоях естественного происхождения, однако в древостоях естественного происхождения к возрасту спелости доля крупной древесины будет больше, по сравнению с искусственными древостоями.

В программе MATLAB была получена математическая модель, позволяющая вычислить средний диаметр древостоя определённого возраста, высоты и густоты. Средняя ошибка аппроксимации ИНС составила 10,9%.

С увеличением возраста древостоев и уменьшением их густоты происходит уменьшение значений комплексного оценочного показателя деревьев. В лучших лесорастительных условиях (тип леса свежий бор (СВБ) наблюдается меньшая напряжённость роста деревьев сосны, которая достигается за счёт более интенсивного самоизреживания древостоев.

В более сухих условиях типа леса сухой бор пологих всхолмлений (СБП) в древостоях накапливается большее количество худших деревьев (IV-V класс Крафта), чем в условиях типа леса свежий бор. В искусственных древостоях I и II классах возраста доля деревьев IV и V классов Крафта больше, чем в естественных, а в более старших классах возраста меньше чем в естественных.

5. Сравнительный анализ различных графиков хода роста сосновых древостоев

Данные таксационных описаний (ТО) на рисунках 1 – 3 были взяты из электронной поведельной базы данных Ракитовского, Степно-Михайловского, Озеро-Кузнецовского и Ключевского лесничеств, расположенных в юго-западной части Алтайского края. Для аппроксимации данных использовались функции Теразаки (1) и Митчерлиха (2) (Кузьмичёв, 1977).

Уравнения имеют следующий вид:

$$Y = ae^{-b/x} \quad (1)$$

$$Y = a(1 - e^{-bx})^c \quad (2)$$

где, Y – искомый таксационный показатель; x – средний возраст древостоя, лет; e – постоянная Эйлера; a , b , c – коэффициенты уравнения.

Полученные коэффициенты уравнений приведены в таблице 1.

Аппроксимация данных ТО характеризует среднюю линию изменения таксационных показателей модальных искусственных древостоев, а аппроксимация наших данных отражает среднюю линию изменения таксационных показателей самоизреживающихся древостоев.

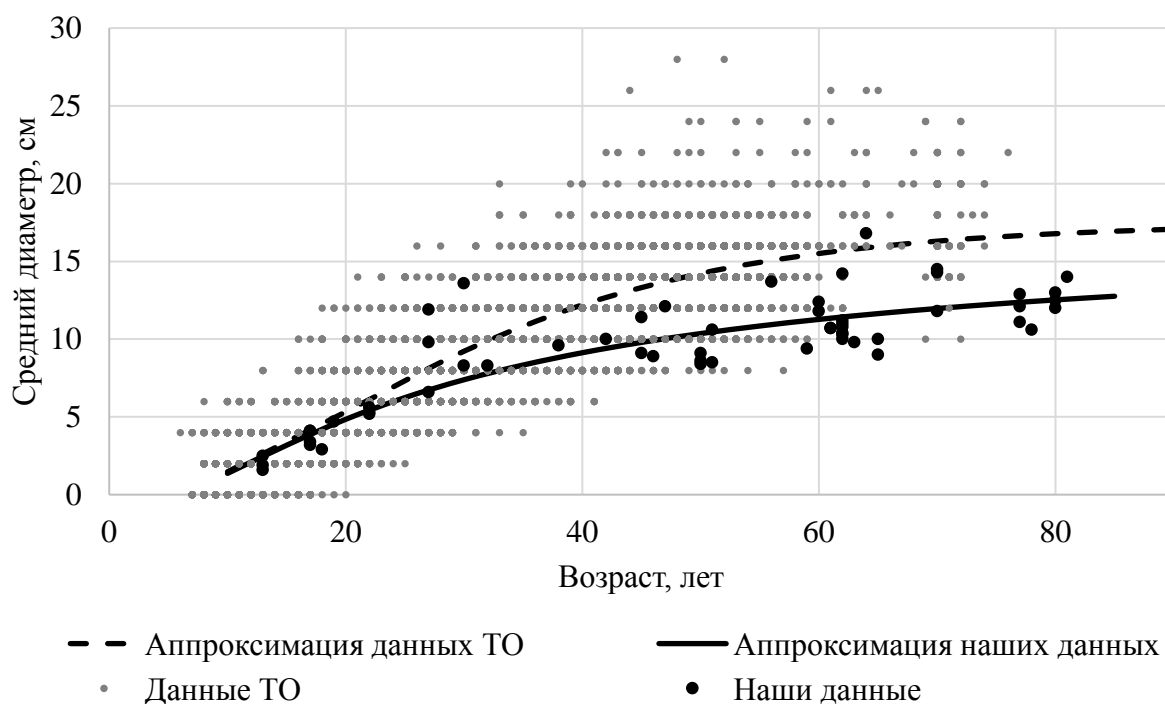


Рисунок 1. – Изменение среднего диаметра искусственных сосновых древостоев в условиях типа леса СБП по нашим данным и данным таксационных описаний (ТО).

В условиях типа леса СБП средний диаметр и высота искусственных сосняков по нашим данным значительно меньше, чем средний диаметр модальных древостоев. Это можно объяснить тем, что при отсутствии рубок ухода в сосняках типа леса СБП накапливается большое количество отстающих в росте деревьев, которые и занижают средние таксационные показатели. При этом средний запас рассматриваемых совокупностей древостоев в условиях типа леса СБП почти идентичен (рисунок 3).

В условиях типа леса СВБ наблюдается другая тенденция: средние диаметры и высоты сосновых древостоев по нашим данным и по данным ТО довольно близки по своим значениям на протяжении всего хода роста. Это можно объяснить тем, что в более благоприятных условиях типа леса СВБ самоизреживание древостоев происходит довольно успешно и занижения таксационных показателей не происходит.

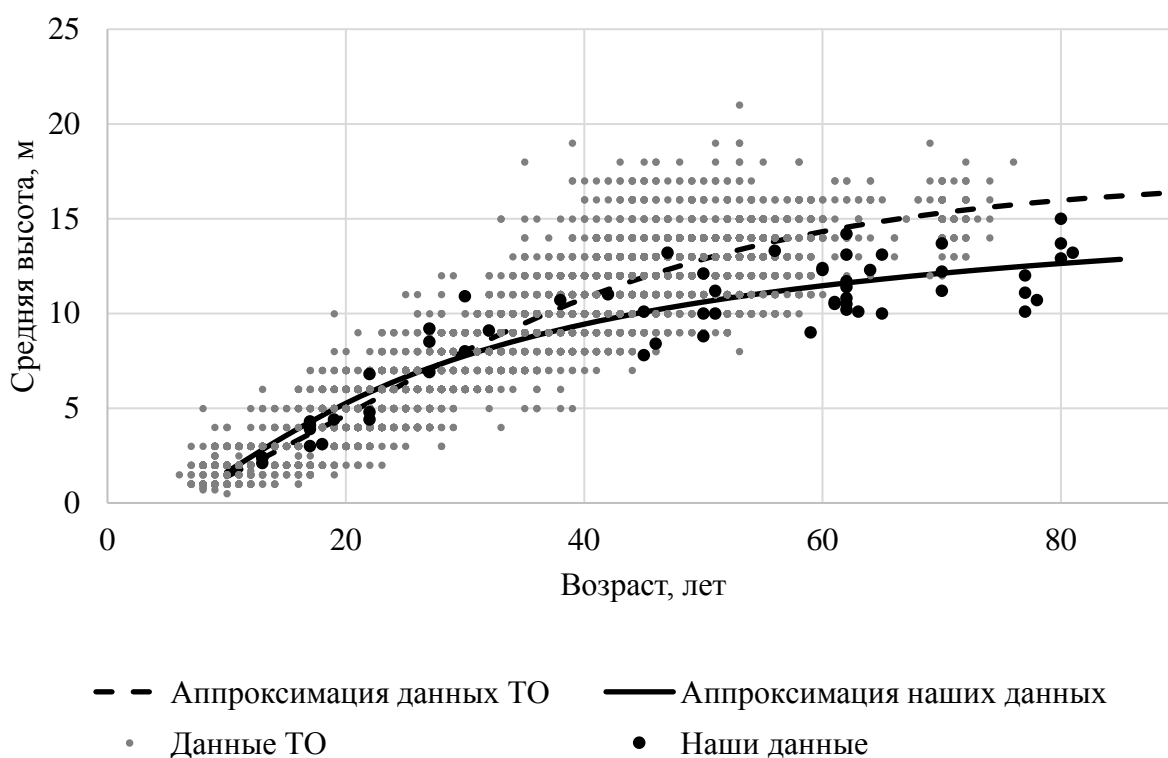


Рисунок 2. – Изменение средней высоты искусственных сосновых древостоев в условиях типа леса СБП по нашим данным и данным таксационных описаний (ТО).



Рисунок 3. – Изменение запаса искусственных сосновых древостоев в условиях типа леса СБП по нашим данным и данным таксационных описаний (ТО).

Таблица 1. – Характеристика уравнений, описывающих изменение средних таксационных показателей модальных искусственных древостоев (по данным ТО) и самоизреживающихся искусственных древостоев (по нашим данным)

Таксационный показатель	Тип данных	Значения коэффициента			Коэффициент детерминации (R^2)	Ошибка аппроксимации		Номер уравнения
		a	b	c		основная	средняя, %	
Диаметр	Данные ТО	17,5	0,0526	2,77	0,78	$\pm 2,2$ см	$\pm 20,9$	2
Высота		19,3	0,0434	2,74	0,90	$\pm 1,4$ м	$\pm 14,8$	2
Запас		359,4	50,6	-	0,70	$\pm 29,7$ м ³ /га	$\pm 35,0$	1
Диаметр	Наши данные	17,2	25,3	-	0,824	$\pm 1,8$ см	$\pm 13,8$	1
Высота		16,9	23,4	-	0,835	$\pm 1,4$ м	$\pm 13,7$	1
Запас		190,2	0,0529	4,54	0,780	$\pm 29,0$ м ³ /га	$\pm 20,3$	2

Аналогичное сравнение с данными лесоустройства было произведено для древостоев типа леса СВБ. Кроме того, в пятой главе диссертации наши данные были сопоставлены с данными следующих таблиц: «Общая таблица хода роста нормальных сосновых насаждений» (Загребев и др., 1992); «Ход роста полных сосновых древостоев в ленточных борах Юга Сибири» (Швиденко и др., 2008); «Ход роста культур сосны северных областей Казахстана» (Макаренко и др., 2016); «Ход роста полных сосновых древостоев в мелкосопочнике Казахстана» (Швиденко и др., 2008), а также с аппроксимированными данными других авторов (Маленко, Эбель, 2008; Парамонов и др., 2008; Маленко, Усольцев, 2009; Маленко, 2012; Маленко и др., 2015; Данчева, Залесов, 2016 а, б, 2017; Елизаров, Маленко, 2017; Кривошеева и др., 2017). На основании проведённых сравнений был сделан вывод о том, что таблица «Ход роста полных сосновых древостоев в мелкосопочнике Казахстана», составленная А.А. Макаренко и А.И. Колтуновой (Макаренко и др., 1980, 2016) и скорректированная А.З. Швиденко с соавторами (2008), согласуется с нашими данными о ходе роста древостоев лучше, чем другие проанализированные таблицы хода роста. Данная таблица была рекомендована нами к применению при планировании хозяйственных мероприятий в самоизреживающихся сосняках.

6. Таблицы хода роста сосновых древостоев

Средние ошибки уравнений аппроксимации, полученных в четвертой главе диссертации, оказались довольно высоки. Для уменьшения значений средних ошибок уравнений при составлении таблиц хода роста был введён дополнительный критерий отнесения древостоев к одному естественному ряду – относительная площадь сечения ($G:H$). Предел отклонений $G:H$ на поле значений устанавливался $\pm 10 - 15\%$ от выравненной средней линии. При расчёте уравнений

применялся метод обратной шаговой регрессии. Все коэффициенты уравнений значимы на 5%-ном уровне.

Уравнения, полученные методом пошагового регрессионного анализа, представлены в таблице 2. Фрагмент разработанной таблицы хода роста самоизреживающихся искусственных сосновых древостоев типа леса СБП приведён в таблице 3.

Таблица 2. – Уравнения регрессии для составления таблиц хода роста самоизреживающихся искусственных сосновых древостоев типа леса СБП

Показатель	Уравнение	R^2	δ , %	№*
Относительная площадь сечения	$G:H = 0,0445\ln(A) - 0,0821\sqrt{K} + 0,0298\ln(K)$	0,994	$\pm 8,3$	7.1
Средняя высота древостоя	$\ln(H) = -0,0131A + 1,006\ln(A) + 0,362\ln(G:H)$	0,996	$\pm 10,9$	7.2
Средний диаметр древостоя	$\ln(D) = -0,0171A + 1,119\ln(A) + 0,454\ln(G:H)$	0,998	$\pm 6,9$	7.3
Густота древостоев	$N = -43907G:H + 1557,4\ln(A)$	0,966	$\pm 11,9$	7.4
Видовая высота	$\ln(HF) = -0,0753\sqrt{A} + 0,245\ln(A) + 0,421\sqrt{H}$	0,997	$\pm 5,0$	7.5

Примечание: R^2 – коэффициент детерминации; δ – средняя ошибка аппроксимации; № – номер уравнения; K – класс густоты; A – средний возраст древостоя; G:H – относительная площадь сечения.

Таблица 3. – Фрагмент таблицы хода роста самоизреживающихся искусственных сосновых древостоев типа леса сухой бор пологих всхолмлений

Возраст, лет	Средние		Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, м²/га	Видовое число	Запас, м³/га	Изменение запаса, м³/га	
	высота, м	диаметр, см					среднее	текущее
I класс густоты								
20	5,3	5,3	2420	6,6	0,735	26	1,3	-
30	7,9	8,0	2260	12,3	0,629	61	2,0	3,5
40	9,8	10,1	2146	17,2	0,583	98	2,5	3,8
50	11,2	11,5	2058	21,2	0,557	133	2,7	3,4
60	12,2	12,3	1986	24,2	0,541	160	2,7	2,7
70	12,8	12,7	1925	26,3	0,529	178	2,5	1,9
80	13,1	12,8	1872	27,7	0,521	189	2,4	1,0

Помимо таблицы хода роста самоизреживающихся искусственных сосновых древостоев типа леса СБП, были составлены таблицы хода роста для естественных сосняков этого же типа леса и таблицы хода роста искусственных и естественных сосновых древостоев типа леса СББ.

Заключение

Теоретическую часть работы составляют исследования роста, строения и развития самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор, на территории Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров лесостепной зоны Алтайского края. Прикладные аспекты работы заключаются в разработке региональных таблиц хода роста самоизреживающихся искусственных и естественных сосновых древостоев, построенных на типологической основе с применением комплексного показателя $G:H$ и разработке рекомендаций производству.

На основании исследований сделаны следующие выводы и обобщения:

1. В насаждениях исследуемых типов леса искусственные самоизреживающиеся сосновые древостои более производительны по сравнению с естественными сосняками только до III – IV классов возраста; в более старших классах возраста естественные древостои не уступают и даже превосходят искусственные древостои по производительности.

2. Древостои искусственных сосняков характеризуются меньшей дифференциацией деревьев по диаметру. Следовательно, в возрасте спелости в искусственных древостоях будет наблюдаться более однородный выход сортиментов, чем в древостоях естественного происхождения, однако в древостоях естественного происхождения к возрасту спелости доля крупной древесины будет больше, по сравнению с искусственными древостоями.

3. Одним из основных критериев, определяющих рост и развитие сосновых древостоев, является густота. Естественные сосняки начинают формироваться с большей начальной густотой по сравнению с искусственными, однако процесс изреживания в них протекает интенсивнее, и к середине III класса возраста густоты в сосняках различного происхождения выравниваются.

4. Максимальное количество валёжных деревьев в сосняках типа леса СББ, независимо от происхождения, накапливается в III классе возраста, а в условиях типа леса СБП – в IV классе возраста. При этом наибольший запас сухостоя в естественных насаждениях, независимо от типа леса, наблюдается в V классе возраста, а в искусственных насаждениях – в III.

5. В насаждениях типа леса СБП в древостоях накапливается большее количество худших деревьев (IV-V класс Крафта), чем в условиях типа леса СББ.

6. В лучших лесорастительных условиях (тип леса СББ) наблюдается меньшая напряжённость роста деревьев сосны, что объясняется более интенсивным самоизреживанием древостоев.

7. Под пологом исследуемых сосновых древостоев всходы и подрост представлены одной породой – сосной обыкновенной. Средний возраст подроста на

большинстве ПП составил 4-5 лет. Наиболее представленная категория подроста по крупности – мелкий, по жизнеспособности – жизнеспособный.

8. Таблица «Ход роста полных сосновых древостоев в мелкосопочнике Казахстана», составленная А.А. Макаренко и А.И. Колтуновой и скорректированная А.З. Швиденко с соавторами, согласуется с нашими данными о ходе роста древостоев лучше, чем другие проанализированные таблицы хода роста. Следовательно, данную таблицу можно рекомендовать к использованию в самоизреживающихся сосняках района исследований.

9. В искусственных насаждениях типа леса сухой бор пологих всхолмлений, созданных с густотой 4,0 – 6,0 тыс. шт./га, в начале второго класса возраста остаётся около 50% растущих деревьев. Этого достаточно для того, чтобы к IV классу возраста из них сформировались высокополнотные древостои.

10. В условиях типа леса свежий бор, почти все изучавшиеся нами искусственные древостои имели густоту посадки 4,0 – 8,0 тыс. шт./га. При этом древостои с густотой посадки 4,0 – 6,0 тыс. шт./га к началу второго класса возраста самоизреживались на 40 – 50%, а древостои с густотой 6,0 – 8,0 тыс. шт./га – на 60 – 70%, приходя, видимо, к оптимальной в данных условиях густоте – около 2,5 тыс. шт./га. Следовательно, в условиях данного типа леса нет необходимости создавать лесные культуры с густотой посадки более 4,0 – 6,0 тыс. шт./га.

Предложения производству

1. В сосновых насаждениях Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров необходимо своевременное проведение рубок ухода по низовому методу с обрезкой сучьев у оставляемых на дорастивание деревьев на высоту до 2,5 м. Данное мероприятие обеспечит снижение количества напочвенных горючих материалов, повышение пожароустойчивости древостоев при минимизации опасности перехода низовых пожаров в верховые.

2. Первоочередными объектами рубок ухода являются искусственные сосновые насаждения типа леса сухой бор пологих всхолмлений.

3. В качестве объективного критерия для обоснования необходимости проведения рубок ухода рекомендуется использовать комплексный оценочный показатель.

4. В условиях исследуемых типов леса (СВБ, СБП) рекомендуемая густота посадки лесных культур: 4,0 – 6,0 тыс. шт./га. Не рекомендуется уменьшать густоту посадки ниже 4 тыс. шт./га без научного обоснования, поскольку снижение густоты посадки может повысить вероятность гибели лесных культур и привести к формированию редкостойных древостоев.

5. На участках, где искусственное лесовосстановление происходит неудовлетворительно (очень сухие и сухие лесорастительные условия; крупноплощадные гари; вершины холмов; участки, подверженные ветровой эрозии и др.) при создании лесных культур рекомендуется производить предварительную посадку ивы остролистной (*Salix acutifolia* Willd.).

6. При создании лесных культур следует проектировать технологические коридоры для последующих механизированных агротехнических и лесоводственных уходов. При необходимости на месте технологических коридоров возможна посадка ивы остролистной.

7. При проектировании в самоизреживающихся сосновых насаждениях района исследований рубок ухода и других лесоводственных мероприятий рекомендуется использовать разработанные таблицы хода роста.

8. Для принятия оптимальных решений при проектировании и проведении лесоводственных, противопожарных и других лесохозяйственных мероприятий в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров целесообразно использовать искусственные нейронные сети.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

В изданиях, индексируемых в Scopus и WoS:

Osipenko, A.E. Development of the neural network for the taxation indices / A.E. Osipenko, S.V. Zalesov, N.P. Bunkova, O.V. Tolkach, G.G. Terekhov // CEUR Workshop Proceedings. – 2018. - Volume 2131. - URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2131/paper17.pdf>

Osipenko, A.E. Productivity of Artificial Pine Stands in Ribbon Forests of the Altai Territory / A.E. Osipenko, S.V. Zalesov // LESNOY ZHURNAL-FORESTRY JOURNAL. – 2018. – Вып. 2. - Стр. 33-39. (DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.2.33)

Osipenko, A.E. Evaluation of artificial reforestation efforts in the ribbon forest zone of Altai Krai / A.E. Osipenko, S.V. Zalesov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Т. 316 – № 1. – P. 012047. (DOI: 10.1088/1755-1315/316/1/012047)

В журналах, рекомендованных ВАК:

Маленко, А.А. Рост и продуктивность искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.А. Маленко, А.В. Маурер, А.Е. Осипенко, С.Г. Плугарь // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (112). – С 58-63.

Осипенко, А.Е. Запас искусственных сосновых древостоев в аридных условиях [Электронный ресурс] / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1. – Режим доступа: www.science-education.ru/121-18520.

Залесов, С.В. Запасы напочвенных горючих материалов в искусственных сосняках Алтайского края / С.В. Залесов, А.Е. Осипенко, Д.А. Шубин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2016. – № 2 (43). – С 73-79.

Осипенко, А.Е. Ход роста по запасу искусственных сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Лесотехнический журнал. – 2017. – № 2. – С. 34-41.

Осипенко, А.Е. Динамика роста искусственных сосняков в высоту и по диаметру на юге Алтайского края / А.Е. Осипенко, Е.М. Ананьев, Д.А. Шубин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – 2017. – № 3 (48). – С. 61-69.

Осипенко, А.Е. История искусственного лесовосстановления в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, Е.М. Ананьев, А.А. Гоф, В.В. Савин, Д.А. Шубин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (66). – С. 98-101.

Осипенко, А.Е. Густота искусственных сосняков на юго-западе Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2017. – №2 (156). – С. 51-58.

Осипенко, А.Е. Строение по диаметру искусственных и естественных сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2018. – № 1 (50). – С 85-91.

Залесов, С.В. Густота естественных и искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / С.В. Залесов, А.Е. Осипенко // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2018. – Т. 22. – № 1. – С. 19–23.

Осипенко, А.Е. Производительность искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2018. – № 2 (362). – С. 33–39.

Залесова, Е.С. Влияние густоты посадки на устойчивость искусственных сосновых насаждений / Е.С. Залесова, Е.М. Ананьев, А.Е. Осипенко, Д.А. Шубин, Г.Г. Терехов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2019. – Т. 23. – № 1. – С. 22–27.

Осипенко, А.Е. Рост по высоте и диаметру сосновых древостоев в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном районе Алтайского края [Электронный ре-

курс] / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов, Л.А. Белов, Д.А. Шубин // Лесохозяйственная информация: электрон. сетевой журн. – 2019. – № 1. – С. 56–66. – Режим доступа: <http://lhi.vniilm.ru/index.php/ru/lesokhozyajstvennaya-informatsiya-1-2019-g>

В прочих изданиях:

Осипенко, А.Е. Лесовосстановление в Алтайском крае (1996-2010 гг.) / А.Е. Осипенко // Молодые ученые - сельскому хозяйству Алтая. – 2012. – № 6. – С. 381-384.

Осипенко, А.Е. Факторы, влияющие на выбор схемы создания лесных культур в условиях Ракитовского лесничества / А.Е. Осипенко, И.А. Здорнов, О.Б. Мезенина // Молодой ученый. – 2015. – № 24 (104). – С. 338-340.

Осипенко, А.Е. Влияние шелюгования на распределение деревьев сосны по классам роста / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XI Всероссийской научно-технической конференции. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – Ч. 2. – С. 161-163.

Усов, М.В. Обеспеченность подростом спелых и перестойных насаждений Западно-Сибирского подтаежного лесостепного лесного района [Электронный ресурс] / М.В. Усов, А.Ю. Толстиков, В.В. Савин, А.Е. Осипенко, Д.А. Шубин, В.И. Крюк // Аграрное образование и наука. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <http://aon.urgau.ru/ru/issues/17/articles/323>.

Осипенко, А.Е. Ход роста в высоту искусственных сосновых насаждений в зависимости от положения на рельефе / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XII Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, и конкурса «Умник». – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – С. 119-121.

Осипенко, А.Е. Ход роста в высоту и по диаметру искусственных сосновых насаждений в зависимости от положения на рельефе / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Молодой ученый. – 2016. – № 1. – С. 273-276.

Осипенко, А.Е. Повышение пожароустойчивости искусственных сосняков Алтайского края [Электронный ресурс] / А.Е. Осипенко // Молодежь и наука. – 2016. – № 1. – Режим доступа: <http://min.usaca.ru/issues/15/articles/569>.

Осипенко, А.Е. Густота искусственных сосновых древостоев в Барнаульском ленточном бору Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // УГЛТУ в решении социальных и лесоводственно-экологических проблемы лесного комплекса Урала и Западной Сибири: материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов института леса и природопользования. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – С. 149-151.

Осипенко, А.Е. Особенности роста и развития искусственных сосняков в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном районе лесостепной зоны Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // УГЛТУ в решении социальных и лесоводственно-экологических проблемы лесного комплекса Урала и Западной Сибири: материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов института леса и природопользования. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – С. 152-154.

Осипенко, А.Е. Комплексный оценочный показатель естественных и искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. – 2017. – № 3 (62). – С. 4-9.

Осипенко, А.Е. Комплексный оценочный показатель искусственных сосняков в юго-западной части ленточных боров Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Лесная наука Казахстана: достижения, проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции. – Щучинск, 2017. – С. 316-320.

Осипенко, А.Е. Рост искусственных сосняков в высоту и по диаметру в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Лучшая научно-исследовательская работа 2017: сборник статей XI Международного научно-практического конкурса. – Пенза: Наука и Просвещение, 2017. – С. 106-111.

Осипенко, А.Е. Динамика естественного возобновления под пологом искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края [Электронный ресурс] / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Студенческий научный форум 2017: материалы IX Международной студенческой электронной научной конференции. – Пенза: ООО «Информационно-технический отдел Академии Естествознания», 2017. – Режим доступа: <https://www.scienceforum.ru/2017/2438/27661>.

Осипенко, А.Е. Естественное лесовосстановление под пологом искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4 (ч. 2), – С. 230-232.

Ананьев, Е.М. Рост искусственных сосновых насаждений различной густоты посадки [Электронный ресурс] / Е.М. Ананьев, А.Е. Осипенко, А.А. Гоф, М.А. Косов, Е.С. Залесова // Вестник биотехнологии. – 2018. – № 1. – Режим доступа: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2018/1/136>.

Осипенко, А.Е. Применение искусственной нейронной сети для аппроксимации средних диаметров сосновых древостоев / А.Е. Осипенко // Новейшие исследования в современной науке: опыт, традиции, инновации: сборник научных статей по материалам VI Международной научной конференции. – Северный Чарльстон, США: CreateSpace, 2018. – С. 33-36.

Осипенко, А.Е. Сравнительные особенности роста и развития естественных и искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XIV Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. – С. 546-549.

Осипенко, А.Е. Распределение деревьев по условным ступеням толщины в сосновых древостоях различного происхождения / А.Е. Осипенко // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы третьей международной научно-технической конференции. – СПб.: СПбГЛТУ, 2018. – Т. 1.– С. 225-228.

Осипенко, А.Е. Применение искусственной нейронной сети для аппроксимации таксационных показателей сосновых древостоев / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Лесная наука в реализации концепции Уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: международной научно-технической конференции. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 208-211.

Осипенко, А.Е. Рост по высоте и диаметру сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XV Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 459-461.

Отзывы на автореферат просим направить в 3 экземплярах по адресу: 620100 г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37 УГЛТУ, ученому секретарю диссертационного совета Д212.281.01 Магасумовой А.Г.
e-mail: dissovet.usfeu@mail.ru

Подписано в печать 24.01.2020. Объем 1.0 авт.л. Заказ № _19_. Тираж 100.
620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет». Сектор оперативной полиграфии РИО